文　科　系　の　た　め　の　入　門　講　座

「実用音響学」初歩の初歩

加銅鉄平　Kadou Teppei

No. 5　定在波の発生と仕組み

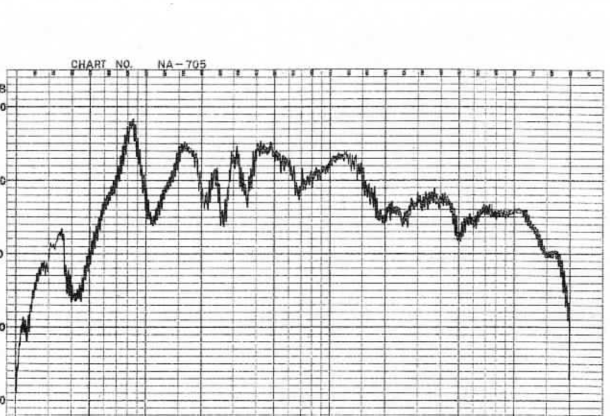
前回は部屋のなかに出された音波がどんな振る舞いをするかということ「反射，透過，回折，吸収」などを例に述べました．

さて，今回は「定在波」の話です．現在のオーディオ技術でもっとも難物の現象で，この禍（わざわい）を受けていない部屋は，十分に良く設計されているか，宝くじに当たったほどの幸運に恵まれた部屋です．

禍というのは，リスナー席の音圧周波数特性が，**図1**のようなまがまがしい姿を呈しているかも知れませんぞ，というものです．現在，こんな特性のスピーカーを売っているメーカーはありませんから，これはスピーカーからリスナー席までの間で発生した現象に違いありません．その元凶が室内で発生する「定在波」なのです．

定在波の発生と仕組み

図2を見てください．これは水面の波の姿を利用して定在波の発生を説明する図です．①で左から右へ向かって波が進んできました．これは「進行波」といいます．③では進んできた波は固い壁にぶつかると反射して，元の方向に戻ろうとします．点線がそれで，これは「反射波」といいます．⑩はだいぶ戻ってきたところです．



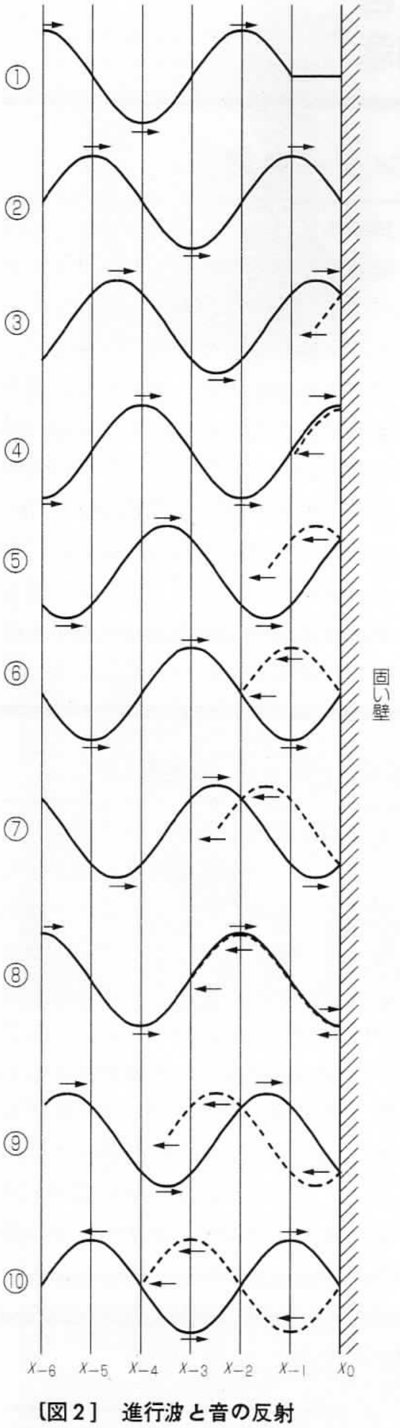
[図1]　定在波によって乱れたリスナー席での音圧周波数特性

ここから**図3**になります．左側の列の⑪は進行波と反射波が行き渡った後のある瞬間です．たまたまお互いに逆の位相になったという，ある瞬間です．この二つの合成されたものが目に見える水面の状態ですが，なんと，合成は完全にゼロになって，水面は平らになっています．右の列の⑪′がそれです．⑫に移ると，そのバランスが崩れて，水面には一挙に波が現われます．それが⑫′です．次は⑬ですが，今度は同位相になって，合成された波は2倍の高さになります．時間がさらに進むと⑮′では水面は再び水平になります．

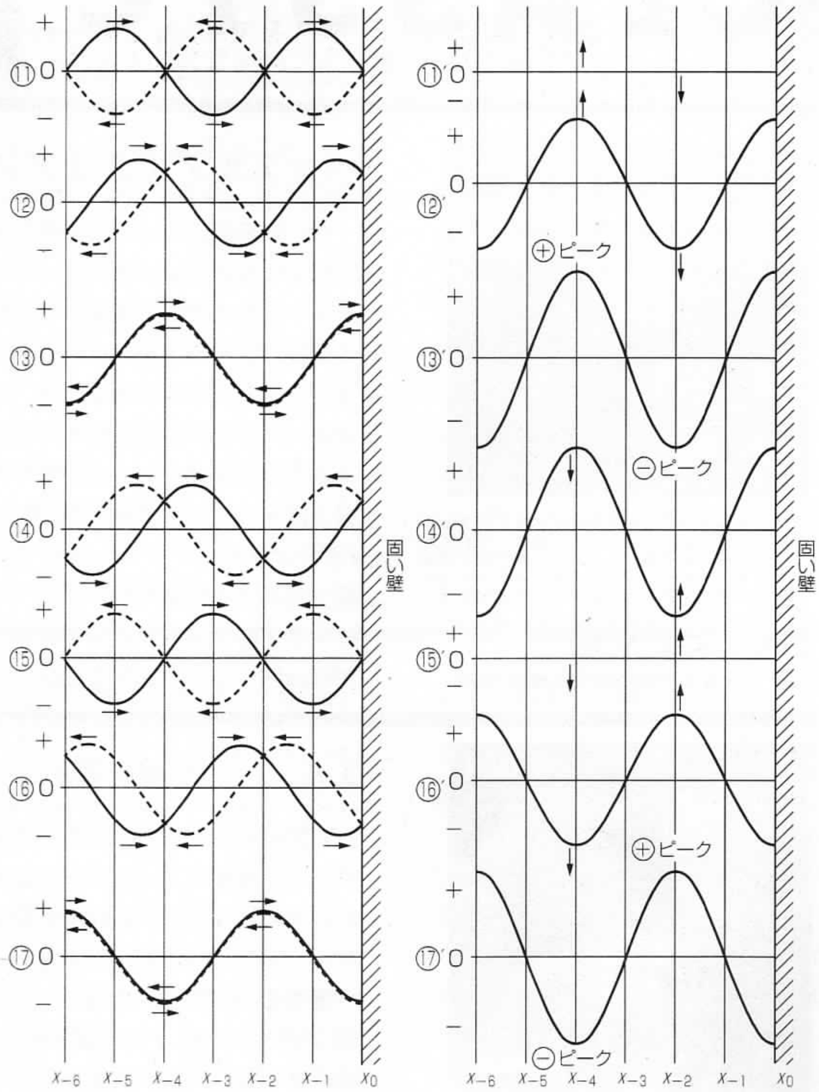
外部から水面を眺めていると，進行波と反射波が一緒になるときは，⑪′から⑰′にかけての状態が続くわけですが，こうしてできた波は左右に動かない，つまり一定の場所に居座っている波ということになります．それで定在波という名前がつけられました．ここでのもっとも重要な話は，壁から1/4波長離れた x_{-1} の点，3/4波長離れた x_{-3} などの場所では水面は動かない，すなわち，波が存在しないということです．この特殊な場所を「定在波の節（ノード）」といいます．

一方，壁ぎわの x_{-0}，2/4波長離れた x_{-2} では水面は盛大に動きます．この場所のことを「定在波の腹（ループ）」といいます．

このような現象は音波でも全く同様に発生して，仮に x_{-0} と x_{-2} のところに壁がある部屋を考えてみると，この周波数では x_{-1} の部屋の中央に音の存在しない場所ができるということになります．実際の部屋は6枚の壁で構成されていますから複雑ですが，**図1**の43Hz／110Hz／205Hz／230Hzあたりに定在波の節が，36Hz／85Hz／160Hzあたりに定在波の腹ができていることがわかります．こうなると困っ



［図2］ 進行波と音の反射



［図3］ 定在波のできかた

たことに，85Hz の音と 43Hz の音とでは 24dB もの差があるということになります．たぶんこの部屋のシステムは「低音不足」というレッテルを貼られることでしょう．

すでに壁が存在しているとき，どんな周波数で定在波が発生するかというと「壁間距離を半波長とする周波数，およびその整数倍の周波数」ということになります．壁間距離が 3.4m だと波長 6.8m の周波数，すなわち50Hzおよび100Hz／150Hz／200Hzなどです．

位相と位相差

位相というのは周期的な現象，例えば時計の短針の動きなどを回転運動に置き換えて，スタートしてから何度の位置にいるか，ということを表す量で，角度で言います．短針だと 3 時間後に90度の位置にいますが，この90度が位相という量です．

位相差というのは時差のことだと考えるとわかりやすいでしょう．東京の短針とシドニーの時計は同じ周期ながら，シドニーの短針は常に30度進んでいます．時差が 1 時間早いからです．この位相差は周期の違う現象には適用できません．